



TITLE:

Estimating Time of Concentration by  
Reflecting Flood Inundation Effects and  
Hazard Mapping( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Chong, Khai Lin

---

CITATION:

Chong, Khai Lin. Estimating Time of Concentration by Reflecting Flood Inundation Effects and Hazard Mapping. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-09-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20679>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2018-09-30に公開; 許諾条件により要約は2018-09-25に公開

( 続紙 1 )

京都大学	博士 (工学)	氏名	CHONG, Khai Lin
論文題目	Estimating Time of Concentration by Reflecting Flood Inundation Effects and Hazard Mapping (氾濫の影響を反映した洪水到達時間の推定とハザードマッピング)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、マレーシアのケランタン川流域を対象に、洪水到達時間について氾濫の影響を考慮する手法も含め理論的・数値実験的に解析するとともに、水文頻度解析と降雨流出・洪水氾濫の一体的なモデリングによって、流域スケールのハザードマップを構築した研究をまとめたものであり第1章～第7章で構成されている。</p> <p>第1章は世界各地で洪水災害が頻発していることを述べた上で、本研究の対象地域であるマレーシアのケランタン川流域における洪水の特徴について、モンスーン気候や近年の土地利用変化の動向も踏まえて議論している。特に2014年に発生した大規模洪水を契機にして、同流域における洪水予測やハザードマップの重要性が再認識されていることを述べ、本研究の動機と目的を示している。</p> <p>第2章は対象流域の地理的特徴と使用データについて述べている。ケランタン川流域(15,105 km<sup>2</sup>)の約7割が森林域であり、特に1970年代から90年代にかけて都市開発が進み、洪水リスクが高まっていることを説明している。またモンスーンの影響で雨季と乾季が明瞭に分かれており、2014年の年降水量は流域平均で3,242 mmに達したことなどを示している。</p> <p>第3章は本研究で使用したモデルと対象流域におけるパラメータ同定の結果を示している。本研究ではRainfall-Runoff-Inundation (RRI)モデルを用いて、流域全体を水平分解能15秒(約500 m)で覆い、降雨流出と洪水氾濫を一体的に解析した。現地で観測された河道断面情報を反映させてモデルを適用した上で、2014年の洪水でパラメータを同定し、2001年、2008年、2013年の洪水を対象に河川流量の再現性が良好であることを検証した。</p> <p>第4章は洪水到達時間(<math>T_c</math>)の推定について議論している。まず<math>T_c</math>の工学的応用を整理し、キネマティックウェーブ理論に基づくマレーシア国の技術マニュアルによる<math>T_c</math>推定法を解説している。対象流域において洪水の到達時刻を推定する際に、既往の手法では洪水の到達時刻が早く、継続時間を短く推定する傾向があることを述べた上で、拡散波近似に基づく<math>T_c</math>の推定法と氾濫原における洪水拡大の影響を考慮した推定法を新たに提案して、この問題の解決を図った。また提案手法による<math>T_c</math>の推定結果を、RRIモデルによるシミュレーションから推定した結果、及び降雨の継続時間とピーク流量との関係から経験的に推定した結果と比較している。モデルシミュレーションの結果は氾濫を考慮することによって<math>T_c</math>が長くなることを示しており、その傾向を拡散波近似、氾濫の影響を反映した解析結果が再現できることを明らかにした。</p> <p>第5章では水文頻度解析とトレンド解析を実施した。上記の<math>T_c</math>推定結果に基づき、統計解析で着目すべき降雨の継続期間を1～14日に設定し、各期間の年最大雨量を解析している。その結果、流域平均の年最大値が増加傾向にあること、2014年の年最大14日</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	CHONG, Khai Lin
<p>雨量(1025 mm)のリターンピリオドが 240 年に相当することを明らかにした。</p> <p>第 6 章は上記の頻度解析に基づいて、異なるリターンピリオドの計画降雨を設定し、RRI モデルを用いて流域スケールのハザードマップを作成している。高頻度に発生する中小規模の降雨でも浸水しやすい地域を特定するとともに、200 年程度の大規模な豪雨で浸水する範囲を特定することができた。</p> <p>第 7 章は結論であり、本論文で得られた成果と今後の課題についてまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、マレーシアのケランタン川流域を対象に、洪水到達時間の理論的・数値実験的解析、水文頻度解析、降雨流出・洪水氾濫モデリングによる流域スケールのハザードマッピングについて実施した研究をとりまとめたものであり、以下の知見を得ている。

(1) ケランタン川流域を対象に RRI モデルを適用し、2014 年の大規模な洪水による氾濫の広がりや河川流量を流域全体で再現できることを検証し、同定したモデルで過去の洪水流出を良好に再現できることを示している。ただし、検証した 3 洪水のうち 2008 年の洪水はモデルが洪水流量を過大評価しており、蒸発散の影響等も考慮してモデルの再現性が向上する可能性があることを示した。

(2) ケランタン川流域の洪水到達時間の推定について、積算雨量とピーク流量の相関関係を調べる経験的手法、RRI モデルによるシミュレーション手法、流域と河道の洪水波の伝搬を計算する解析手法の三つの手法を比較検討している。経験的手法によれば、上流地点では約 3 日から 7 日、下流地点では 5 日から 14 日の積算雨量と年最大流量の相関関係が高くなる。また氾濫を考慮しないキネマティックウェーブ法による解析手法による洪水到達時間の推定結果は、上流・下流ともに 3 時間から 12 時間程度と短く、シミュレーションでも 12 時間から 22 時間程度と短くなった。一方、氾濫を考慮すること(解析方法では拡散波近似を設定して、川幅を大きく設定すること)で、解析手法とシミュレーション手法はいずれも下流部での洪水到達時間の推定結果が 5 日から 10 日程度と長くなり経験的手法と整合することを明らかにしている。一連の結果は、氾濫原を含む低平流域において、既往のキネマティックウェーブ法による洪水到達時間の推定が過小評価になることを示唆しており、実際の洪水現象では下流の緩やかな勾配や氾濫の影響によって洪水到達時間が長くなることが明らかになった。

(3) 洪水到達時間の推定に基づいて統計解析で着目すべき降雨の継続時間を 1 日から 14 日と設定した上で、降雨の頻度解析やトレンド解析を行っている。1970 年から 2014 年の観測雨量を用いた解析によって、流域平均の年最大値が増加傾向にあること、2014 年の年最大 14 日雨量(1025 mm)のリターン期間が 240 年に相当することを明らかにしている。

(4) 構築した RRI モデルに異なるリターン期間の降雨を入力することによって、流域全体で浸水災害リスクの高い場所や推定される最大浸水深を明らかにしている。ケランタン川流域の下流低平地で広域の浸水が広がること、中流部で地形的な影響によって、浸水深が大きくなりがちであることなど、洪水対策の実務にも有益な知見を得ている。

氏 名	CHONG, Khai Lin
-----	-----------------

以上のように、洪水到達時間についての理論的検討、水文頻度解析、水文モデリングによってケラントン川流域の洪水特性を実証的に明らかにしたうえで、異なる再現期間のハザードマップを作成し、同流域の減災に貢献し得る実用的な成果を得ている。提案手法は、観測情報の限られた流域における洪水予測やハザードマップの作成において学術上、実務上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成 29 年 8 月 28 日に、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。